

520.43551X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): T. WAKUDA, et al

Serial No.:

Filed: February 26, 2004

Title: SUPERCONDUCTIVITY MAGNET APPARATUS

Group:

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

February 26, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-420794 filed December 18, 2003.

A certified copy of said **Japanese** Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/nac
Attachment
(703) 312-6600

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年12月18日

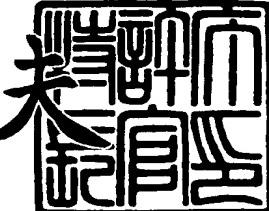
出願番号 Application Number: 特願2003-420794

[ST. 10/C]: [JP2003-420794]

出願人 Applicant(s): 株式会社日立製作所

2004年2月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康太


【書類名】 特許願
【整理番号】 NT03P0931
【提出日】 平成15年12月18日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01F 6/00
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
【氏名】 和久田 穀
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
【氏名】 牧 晃司
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
【氏名】 土屋 貢俊
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
【氏名】 岡田 道哉
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所 原子力事業部内
【氏名】 塚本 英雄
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所 原子力事業部内
【氏名】 梶浦 宗次
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100068504
【弁理士】
【氏名又は名称】 小川 勝男
【電話番号】 03-3537-1621
【選任した代理人】
【識別番号】 100086656
【弁理士】
【氏名又は名称】 田中 恭助
【電話番号】 03-3537-1621

【選任した代理人】**【識別番号】** 100094352**【弁理士】****【氏名又は名称】** 佐々木 孝**【電話番号】** 03-3537-1621**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 081423**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 特許請求の範囲 1**【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

超伝導線を巻枠に巻回して構成された2つの超伝導コイルブロックが前記コイルの発生する磁界の軸方向にギャップを有して対向配置され、前記ギャップに前記ブロック間に働く電磁力を支持するための支持構造物が設けられ、前記支持構造物が比透磁率1.000～1.002の材料で構成されたスプリット型電磁石と、前記スプリット型電磁石を前記コイルが超伝導状態に保持されるように冷却する冷媒容器と、前記スプリット型電磁石の中心付近に形成された計測空間に前記ギャップを通してアクセスするためのアクセスポートとを備えたことを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項2】

請求項1において、前記超伝導コイルブロックは前記超伝導線を巻枠に巻回してなる超伝導コイルが同軸多層に複数個積層された構造を有することを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項3】

請求項1において、前記比透磁率1.000～1.002の材料が銅、アルミニウム合金、チタン合金またはFRPから選ばれることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項4】

請求項1において、前記支持構造物が前記磁界の軸に対して対称性を有するように設けられていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項5】

請求項1において、前記比透磁率1.000～1.002の材料よりなる領域が前記磁界の軸に対して磁気的に軸対称になるように構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項6】

請求項1において、前記磁界の軸方向から前記計測空間にアクセスするためのアクセスポートをさらに有することを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項7】

超伝導線が巻枠に巻回されることにより構成された第1超伝導コイルブロックと、前記第1超伝導コイルブロックと同様に構成された第2超伝導コイルブロックとを備え、両ブロックが前記コイルの発生する磁界の軸が同じになるよう且つギャップを有して対向配置されているスプリット型電磁石と、前記スプリット型電磁石が収納されるとともに前記コイルを超伝導状態に保つための冷媒が保持された冷媒容器と、前記スプリット型電磁石の中心付近に形成された計測空間と、前記第1超伝導コイルブロックと前記第2超伝導コイルブロックとの間の前記ギャップを通り前記計測空間にアクセスするためのアクセスポートとを有する超伝導マグネット装置において、

前記第1超伝導コイルブロックの巻枠と前記第2超伝導コイルブロックの巻枠とが比透磁率1.000～1.002の材料よりなる支持構造物を介して一体に構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項8】

請求項7において、前記第1超伝導コイルブロックおよび前記第2超伝導コイルブロックはいずれも、巻枠に巻かれた超伝導コイルが同軸多層に複数個積層された構造を有することを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項9】

請求項7において、前記比透磁率1.000～1.002の材料が銅、アルミニウム合金、チタン合金またはFRPから選ばれることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項10】

請求項7において、前記第1超伝導コイルブロックの巻枠および前記第2超伝導コイルブロックの巻枠が比透磁率1.000～1.002の材料により構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項11】

請求項8において、前記同軸多層構造を有するスプリット型電磁石は磁石中心に近いコイルがNb₃Snにより構成され、磁石中心から離れたコイルがNbTi合金により構成され、磁石中心に近い巻枠が比透磁率1.000～1.002のチタン合金により構成され、磁石中心から離れた巻枠が比透磁率1.000～1.002の高マンガン鋼により構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項12】

請求項7において、前記巻枠がステンレス鋼により構成され、前記支持構造物が銅により構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項13】

請求項12において、前記銅と前記ステンレス鋼とがHIP処理により一体化されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項14】

請求項7において、前記アクセスポートが比透磁率1.000～1.002の材料により構成されていることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項15】

請求項7において、前記磁界の軸方向から前記計測空間にアクセスするためのアクセスポートをさらに有することを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項16】

請求項1に記載の構成を有する核磁気共鳴装置用の超伝導マグネット装置。

【請求項17】

請求項7に記載の構成を有する核磁気共鳴装置用の超伝導マグネット装置。

【請求項18】

超伝導線を巻枠に巻回すことにより構成した2つの超伝導コイルブロックを、前記コイルの発生する磁界の軸方向にギャップを有して対向配置するとともに2組の前記コイルを結合してスプリット型電磁石を構成し、前記スプリット型電磁石を前記コイルが超伝導状態に保持されるように冷媒容器に収納し、前記スプリット型電磁石の中心付近に形成された計測空間に前記ギャップを通して試料が挿入できるように前記ギャップにアクセスポートを設置してなる超伝導マグネット装置であって、前記スプリット型電磁石の中心から半径200mmの領域に含まれる前記磁界の軸に対して非軸対称な構成要素が比透磁率1.000～1.002の材料により構成されたことを特徴とする超伝導マグネット装置。

【請求項19】

請求項18において、前記スプリット型電磁石は中心磁場強度が10テスラ以上よりもることを特徴とする超伝導マグネット装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】超伝導マグネット装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、スプリット型電磁石を備えた超伝導マグネット装置に関する。本発明の超伝導マグネット装置は、核磁気共鳴（NMR：Nuclear Magnetic Resonance）装置に使用するのに好適である。

【背景技術】

【0002】

従来、NMR装置用のマグネットは同軸に入れ子になった多層ソレノイドコイルによって構成され、マグネットの中心軸が鉛直向きとなるように配置されている。マグネットの中心軸付近には試料を挿入するための上下方向に貫通したポートが形成されており、上方から測定試料、下方から信号を検出するアンテナ（検出コイル）を内包したプローブが挿入される。

【0003】

NMR信号の検出感度は、試料とアンテナの形状および位置関係によって変化する。たとえばマグネットがつくる主磁場に対して直交するような向きにソレノイド型アンテナを配置し、このアンテナを貫くように試料を配置することによって感度は向上する（たとえば、非特許文献1参照）。

【0004】

しかしながら、従来のNMR装置では、特殊な用途すなわち試料を容れた極小の試験管に直接ソレノイド型アンテナを巻きつけるマイクロプローブを使用した場合を除いて、主磁場の向きに直交するように試料を配置することは不可能であり一般的でなかった。

【0005】

このようなことから、マグネットをスプリット型とし、マグネットのギャップを利用して試料が挿入できるようにマグネットの側面部に試料挿入用の孔を開いたものが提案されている（たとえば特許文献1参照）。

【0006】

【非特許文献1】荒田洋治著、「NMRの書」、2000年、丸善、p. 325-326

【0007】

【特許文献1】特開平7-240310号公報（請求項3、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

一般に強磁场超伝導マグネットでは、高温熱処理が必要なNb₃Sn、Nb₃Alなどの化合物超伝導材料が使用されるため、コイル枠には耐熱性があるステンレス鋼（SUS316、SUS316L）が使われている。しかし、一般には非磁性といわれるSUS316あるいはSUS316Lであっても、NMRマグネットにおいてはその磁性が無視できず、SUSのボビンによって磁場均一度が低下する。

【0009】

従来のNMRマグネットにおいてはコイル構造が軸対称すなわち磁界の軸あるいはコイル軸に対して対称であるため、ボビンによって発生する誤差磁場は軸対称な成分である。軸対称の誤差磁場に関しては、予めその誤差磁場を補償するように主コイル設計を行っておけば問題にならない。しかし、マグネット側面から試料が挿入できるようにしたスプリット型マグネットにおいては、ボビン部の欠損およびボアにより非軸対称すなわち軸対称でない誤差磁場が発生する。この非軸対称な誤差磁場は、前述の主コイル設計では補償できない。

【0010】

マグネットの製作誤差による誤差磁場を補償するために、NMRマグネットにはシムコイル群が設置されている。非軸対称な誤差磁場を補償するためのコイルも含まれているが、

マグネットの非対称性による誤差磁場の発生量は製作誤差による誤差磁場よりも一般に大きく、そのため磁場補償コイルの大きさが巨大化するという問題が発生する。

【0011】

本発明は、マグネット軸方向以外の方向から磁場中心へのアクセスが可能なポートを有する超伝導マグネット装置において、磁場補償コイル等の磁場補正手段の補正能力を向上させることなく均一磁場を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、超伝導コイルよりなる2組のブロックを超伝導コイルの発生する磁界の軸方向に対向配置してなるスプリット型電磁石を備え、前記スプリット型電磁石の前記ブロック間のギャップを通って計測空間にアクセスするためのアクセスポートを備えた超伝導マグネット装置において、前記ギャップに前記ブロック間に働く電磁力を支持するための支持構造物を設け、前記支持構造物を比透磁率1.000～1.002の材料により構成したものである。

【0013】

本発明は、スプリット型電磁石のギャップにアクセスポートを備えることにより切欠き、欠損部が生じた非軸対称領域を、空気に近い比透磁率の材料で構成、好ましくは軸対称状に構成することによって、非軸対称の誤差磁場の発生を抑制したものである。比透磁率が1.002を超えると、誤差磁場発生抑制効果は低減する。

【0014】

本発明の超伝導マグネット装置には、さらに超伝導コイルを超伝導状態に保持するための冷媒たとえばヘリウムが貯蔵される冷媒容器が備えられる。前記スプリット型電磁石は、この冷媒容器の中に収納される。スプリット型電磁石の中心位置あるいはその近傍には計測空間が形成される。本発明では、スプリット型電磁石のギャップの部分と磁界の軸方向との両方にアクセスポートを備えることが望ましい。このようにクロスする2つのアクセスポートを備えることにより検出感度が向上する。本発明では、2組の超伝導コイルブロックが対向配置されるが、各ブロックは、巻枠と共に巻かれた超伝導コイルを一対として、この複数対を同軸多層に積層したるもので構成することができる。

【0015】

本発明において、超伝導コイルブロック間のギャップに設けられる前記支持構造物は、磁界の軸に対して対称性を有するように設けられることが望ましい。この対称性は、構造的な対称性のみならず磁気的な対称性をも含む。

【0016】

本発明によれば、超伝導コイルブロックの巻枠と前記支持構造物とが一体に構成されたコイル巻枠が提供される。

【0017】

本発明によれば、スプリット型電磁石の中心から半径200mm望ましくは300mmの領域に含まれる前記磁界の軸に対して非軸対称な構成要素が比透磁率1.000～1.002の材料により構成された超伝導マグネット装置が提供される。この構成は、中心磁場強度が10テスラ以上のマグネットに適する。

【0018】

本発明においては、前記ブロック間のギャップ部を貫通するアクセスポートも比透磁率1.000～1.002の材料により構成することが望ましい。

【0019】

本発明で使用可能な比透磁率1.000～1.002の材料としては、銅、アルミニウム合金、FRP、チタン合金あるいは高マンガン鋼などがある。アルミニウム合金の一例としては、JIS A5056番の合金がある。チタン合金の一例としては、Ti-6重量%Al-4重量%V合金がある。高マンガン鋼の一例としては、32重量%Mnと7重量%Crを含むものがある。

【発明の効果】

【0020】

スプリット型電磁石を備えた超伝導マグネット装置において、コイル間のギャップを通るアクセスポートを設置すると、切欠き、欠損部ができ非軸対称部分の領域が生じる。この領域を比透磁率1.000~1.002の極めて空気に近い比透磁率を有する材料により構成する。好ましくは軸対称状に構成する。これによって、非軸対称の誤差磁場の発生を抑制し、磁場補償コイル等の磁場補正手段の磁場補正能力を格段に向上させること無しに均一磁場を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0022】

本発明の第一の実施例を図1に示す。巻枠3に超伝導線が巻き回されることによって超伝導コイル2が形成されている。複数個の超伝導コイル2が同軸多層に構成されることによって第1超伝導コイルブロック（以下、第1ブロックという）4が形成されている。第1ブロック4と対向するように第2超伝導コイルブロック（以下、第2ブロックという）5が配置されている。第2ブロック5の構成も第1ブロック4と同じである。第1ブロック4と第2ブロック5は、それぞれのコイルの発生する磁界の軸が一致するように且つ両ブロック間にギャップを有するように対向配置されている。磁界の軸11の方向はコイル軸の方向である。第1ブロック4のコイルと第2ブロック5のコイルが結合されることによってスプリット型電磁石6が構成される。図1では、第1ブロック4として超伝導コイル2が同軸に5層積層された構成が示されているが、実際には10層設けられている。第2ブロック5も同様である。両ブロックはいずれも内側7層がNb₃Snの化合物超伝導線材によって構成されており、残りの外側3層がNbTi合金よりなる超伝導線材によって構成されている。このように2種類の超伝導線材によって構成したのは、磁石中心に近いコイルを臨界磁場の大きな材料で構成し、外側のコイルを機械的強度の高い材料で構成するためである。10層のコイルのさらに外側には、図示しなかったが、コイルの製作誤差による誤差磁場を補償するためのシムコイルが設置されている。なお、スプリット型電磁石6の外径寸法は1200mmである。

【0023】

スプリット型電磁石6は、冷媒として液体ヘリウムが保持された液体ヘリウム容器9に収納されており、これにより超伝導コイルが超伝導状態に保持されるよう正在している。液体ヘリウム容器9の外側には、外部からの熱の侵入を低減するために輻射シールドが設置され、さらに液体窒素槽が設置されるが、図1では輻射シールドと液体窒素槽は図示簡略化のために省略している。スプリット型電磁石6と液体ヘリウム容器9と輻射シールドおよび液体窒素槽は、真空容器10に収納されている。スプリット型電磁石6の中心にはNMR信号を計測するために磁場強度が制御された計測空間1が形成されている。この計測空間1に外部からアクセスするために第1アクセスポート7および第2アクセスポート8が設置されている。第1アクセスポート7は、コイルの発生する磁界の軸11と直交する方向からスプリット型電磁石6のギャップ部を通ってアクセスできるように形成されている。第2アクセスポート8は、コイルの発生する磁界の軸11方向に沿ってアクセスできるように形成されている。本実施例によるマグネットは、計測空間における磁場強度が14.1テスラであり、プロトンのNMR共鳴周波数では600MHz相当の磁場強度となる。

【0024】

本発明では、スプリット型電磁石のギャップ部にアクセスポートが形成される。また、第1ブロック4と第2ブロック5との間にはギャップを縮めようとする強大な電磁力がかかる。このために、両ブロックのコイル間にこの電磁力を支持するための支持構造物が必要となる。

【0025】

電磁力によるコイル巻線部の変形を抑制するためには、スプリットギャップに面するコイル巻枠フランジ部の厚さを厚くするのが有効である。また、支持構造物がマグネット軸すなわちコイルの発生する磁界の軸11に対して対称性を持たせてあり、かつ、十分な量の

構造物を配置することが望ましい。

【0026】

このような条件を満たすために、図2に示すように第1ブロックの巻枠3と第2ブロック5の巻枠12との間のギャップを、比透磁率が空気と同じ或いはほぼ同じ材料でできたギャップ間支持構造物13で埋めて、巻枠3と巻枠12を一体にすることが望ましい。なお、ギャップ間支持構造物13には、第1アクセスポートを配置する領域に貫通孔14が形成される。

【0027】

本実施例では14.1テスラの磁場を発生するためにNb₃Snを使用している。Nb₃Sn線材は、およそ960°Cで100時間の熱処理を経てNb₃Snが生成され超伝導線材として使用できるようになる。Nb₃Snは非常に脆く、線材の0.2%程度の曲げひずみでもその超伝導電流輸送特性が劣化してしまう。このため、曲げ径の小さなNMR用マグネットでは、一般に熱処理前に巻枠に線材を巻き、その後で熱処理を行って超伝導コイルを製作するワインド&リアクト法が適用される。Nb₃Snコイルを製作するためには高温の熱処理が必要となるため、コイル巻枠には通常、耐熱性を有し且つ機械強度に優れたSUS316などのオーステナイトステンレス鋼が使用される。SUS316は一般には非磁性材料として扱われるが、低温領域(4.2K)で14テスラの磁場中においては、およそ0.13テスラの磁化を有する。

【0028】

従来のNMRマグネットのように、巻枠の形状が軸対称形状であり、巻枠部から発生する誤差磁場が軸対称のものであれば、軸対称誤差磁場を考慮したコイル設計をしておけばよく、巻枠材料が0.13テスラ程度の磁化を有することは問題にならない。

【0029】

しかしながら、スプリットギャップにアクセスポートを持つ本発明のマグネットにおいては、ギャップ間支持構造物を含む巻枠部が非軸対称に切り欠かれるために非軸対称の誤差磁場が発生する。しかも、磁石中心付近で誤差磁場が主に発生する。このため、その誤差磁場を補償するための補償コイルを設置することは極めて困難であり、巻枠材料が0.13テスラの磁化を有することは問題である。

【0030】

以上のことから、本実施例ではギャップ間支持構造物を含む巻枠全体を比透磁率が極めて空気に近い材料で構成し、切欠きによる誤差磁場の発生を抑制する方法を採用した。比透磁率は1.002以下の材料を選定の目安とし、磁石中心に近い巻枠にはTi-6重量%Al-4重量%Vよりなるチタン合金を採用し、離れた領域の巻枠には32重量%のMnと7重量%のCrを含む高マンガン鋼を採用した。本実施例では上記のような材料を使用したが、これに限定されるものではなく、Nb₃Snの熱処理温度に耐えられ、かつ、比透磁率が1.000~1.002の範囲にあれば他の材料でも使用可能である。

【0031】

本実施例のマグネットは、磁石中心でクロスした2つのアクセスポートを持つ。スプリットコイルギャップを貫くアクセスポートは非軸対称な構造となっており、この部分でも非軸対称な誤差磁場が発生する。この部分は計測空間に近いため磁場均一度に与える影響が大きい。そこで、本実施例ではアクセスポートに比透磁率が1.000~1.002であるJIS A 5056番のアルミニウム合金を適用した。なお、比透磁率が1.000~1.002の材料であれば、銅などを使用しても良い。

【0032】

本実施例により、製作誤差で発生する誤差磁場を補償するシムコイルと常温ボア内に配置する電流シムによる磁場補正能力を格別大きくすることなく、磁場強度14.1テスラかつ誤差磁場の大きさが20mm球面内で1ppb以下の磁場を発生することができた。

【実施例2】

【0033】

実施例1においてはギャップ間支持構造物を含む巻枠全体を比透磁率が1.000~1.002の材料で構成した。しかし、実施例1で使用したチタン合金はステンレス鋼などに比べるとヤング率が小さく、加工、溶接も容易ではない。また、高マンガン鋼は材料を入手しにく

いことと加工性に問題がある。

【0034】

そこで、本実施例では、図3に示すように、巻枠3、12とギャップ間支持構造物13を異なる材料で構成し一体化した。具体的には高耐力、高ヤング率が必要な巻枠3、12の部分にはステンレス鋼（SUS316、SUS316L）を用いた。第1アクセスポート7を配置するために貫通孔14が形成され切り欠き（欠損部）が生じるギャップ間支持構造物13には比透磁率が1.000～1.002を満たす銅を用いた。これにより軸対称な比透磁率1.000～1.002の領域が構成されるようにスプリットコイルを製作した。巻枠3、12とギャップ間支持構造物13とはHIP処理により一体化した。

【0035】

本実施例では、ギャップ間支持構造物の欠損部を含む非軸対称領域を、比透磁率が空気と近い材料で軸対称状に構成することによって、欠損によって生じる非軸対称誤差磁場の発生を抑制することができた。

【0036】

本構成により、コイルのフープ力に対して機械的強度を有しながら非軸対称な誤差磁場の発生を抑制するコイル巻枠が提供できた。これにより、製作誤差で発生する誤差磁場を補償する超伝導シムシステムと常温ボア内に配置する電流シムによる磁場補正能力を大きくすることなく、磁場強度14.1テスラかつ誤差磁場の大きさが20mm球面内で1ppb以下の磁場を発生することが可能となった。

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明により、マグネット軸方向以外から磁場中心へアクセスできるようにしたスプリット型マグネットにおいて、誤差磁場の発生を抑制でき、高速でNMR計測を行えるようになった。この結果、薬を創る創薬の効率およびたんぱく質解析効率が大幅に向上し、産業の発達に寄与できた。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明による超伝導マグネット装置の一実施例を示す概略斜視図。

【図2】本発明のマグネットにおける巻枠近傍の一例を示す概略斜視図。

【図3】本発明のマグネットにおける巻枠の一実施例を示す斜視図。

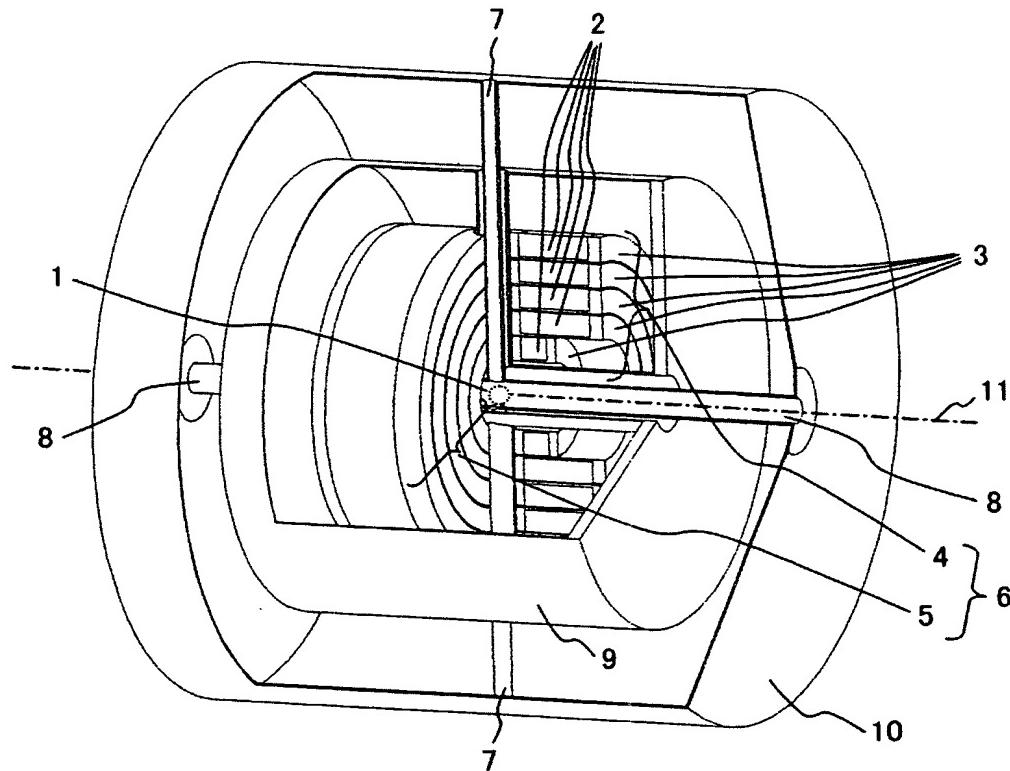
【符号の説明】

【0039】

1…計測空間、2…超伝導コイル、3…巻枠、4…第1超伝導コイルブロック、5…第2超伝導コイルブロック、6…スプリット型電磁石、7…第1アクセスポート、8…第2アクセスポート、9…液体ヘリウム容器、10…真空容器、11…磁界の軸、12…巻枠、13…ギャップ間支持構造物、14…貫通孔。

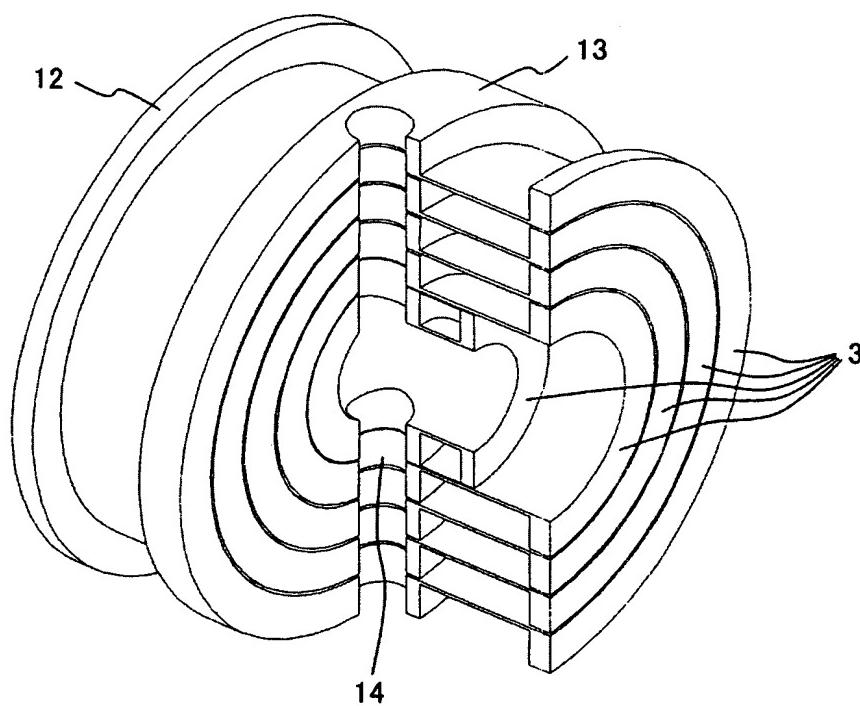
【書類名】 図面
【図1】

図 1



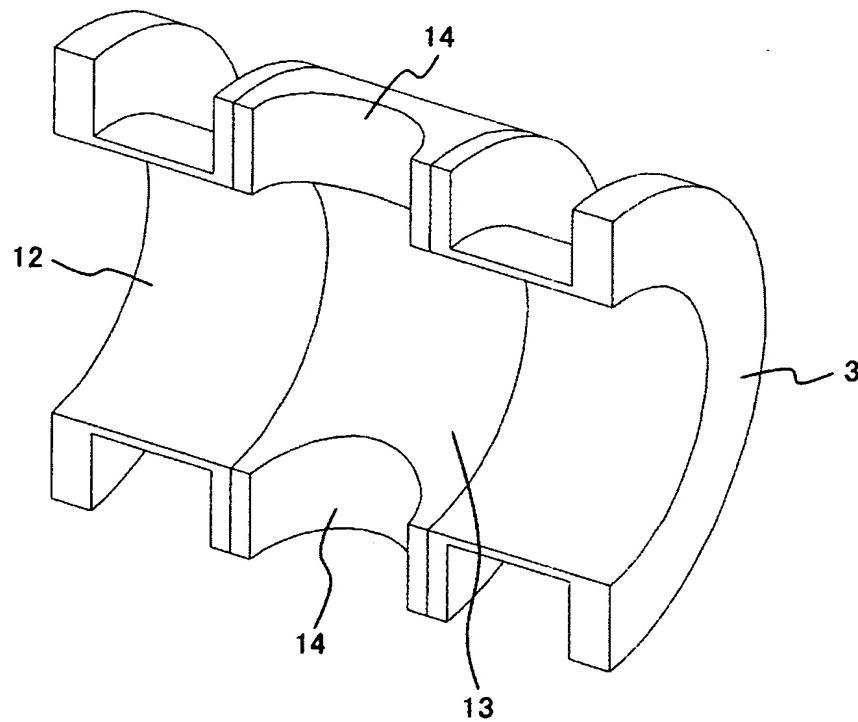
【図2】

図 2



【図3】

図 3



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 マグネット軸方向以外の方向から磁場中心へアクセスすることができるポートを有するNMR用に好適な均一磁場マグネットを提供する。

【解決手段】 第1超伝導コイルブロック4と第2超伝導コイルブロック5とがギャップを有して対向配置されたスプリット型電磁石6を備え、前記ギャップから磁石中心の計測空間にアクセスするアクセスポートを有する超伝導マグネット装置において、前記アクセスポートを設置するためにコイル巻枠などのマグネット構成要素に生じる切欠き、欠損部などを含む領域を、比透磁率1.000～1.002の材料を用いて軸対称状に構成する。比透磁率1.000～1.002の材料を用いることにより、誤差磁場を低減し均一磁場マグネットを提供できる。

○ 【選択図】 図1

特願 2003-420794

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏名 株式会社日立製作所